·综述与观点·

体型指数与动脉硬化关系的研究进展

陈小茜，李利华*

671000 云南省大理市，大理大学第一附属医院
*通信作者：李利华，教授；Email：lilihuayncn@163.com

【摘要】 体型指数（ABSI）是基于身高、体重、腰围等测量指标通过特定算法衍生的新型人体测量学指标。随着超重和肥胖人群的日益增多，腹型肥胖对于心血管事件发生和死亡的预测作用更强。肥胖通过产生炎症因子，诱发慢性炎症反应、胰岛素抵抗、代谢紊乱和氧化应激途径等导致动脉硬化、高血压、冠心病等心血管疾病的发病甚至死亡。ABSI 与腹型肥胖相关性较好，在部分人群中可以预测动脉硬化，但同时也受到人群特征的影响。例如，不同地区、性别和年龄的人群中，ABSI 与动脉硬化之间的相关性存在差异。明确 ABSI 与动脉硬化的关系，对早期发现动脉硬化的高危人群和合理防治心血管疾病有重要意义。

【关键词】 动脉硬化；体型指数；腹型肥胖；人体测量术；体质指数
【中图分类号】 R 589.25 R 543.5 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0506

Advancements in the Association between a Body Shape Index and Atherosclerosis

CHEN Xiaoqian，*LI Lihua**
The First Affiliated Hospital of Dali University，*Dali 671000*，*China*
**Corresponding author*：*LI Lihua*，*Professor*；*E-mail*：*lilihuayncn@163.com*

【Abstract】 A body shape index （ABSI） is a novel anthropometric index derived by specific algorithms based on measurements of height，weight，and waist circumference. Central obesity has become more important for predicting the occurrence and mortality of cardiovascular events with the increasing number of overweight and obese people. Obesity contributes to the development of cardiovascular diseases such as atherosclerosis，hypertension，coronary heart disease and even death by stimulating the production of inflammatory factors that induce chronic inflammatory responses，insulin resistance，metabolic disorders and oxidative stress pathways. ABSI is strongly related to abdominal obesity and can predict atherosclerosis in some populations，but it is also affected by population characteristics，such as the difference in the correlation between ABSI and atherosclerosis in populations of different regions，genders and ages. It is of great significance for early identification of high-risk populations and rational prevention and treatment of cardiovascular diseases to clarify the relationship between ABSI and atherosclerosis.

【Key words】 Arteriosclerosis；A body shape index；Abdominal obesity；Anthropometry；Body mass index

动脉硬化（AS）是心血管疾病的主要表现形式之一，也是心血管疾病发病率和死亡率的重要预测因子。早期发现 AS 能够显著降低相关心血管事件的致死率和致残率。然而，全球肥胖形势不容乐观。由于居民生活方式和饮食结构的变化，肥胖率持续攀升。世界肥胖联盟预计，到 2035 年，全球将有超过 40 亿的肥胖 / 超重人口，占全球总人口数量的一半以上[1]。在中国，超重率和肥胖率也在迅速上升，最新研究预测至 2030 年，将有 65.3% 的成年人和 31.8% 的学龄儿童及青少年超重或肥胖[2]，并且儿童期肥胖与成人期超重状态与成年人心血管疾病的发病风险相关[3]。肥胖是众多慢性非传染性疾病的危险因素之一，脂肪的分布在决定心血管疾病风险方面起着重要作用，目前研究已表明，与全身性肥胖相比，腹型肥胖预测心血管事件的预测价值更高[4]。

基金项目：国家自然科学基金（82260076）
引用本文：陈小茜，李利华．体型指数与动脉硬化关系的研究进展［J］．中国全科医学，2023. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0506.［Epub ahead of print］.［www.chinagp.net］
CHEN X Q，LI L H. Advancements in the association between a body shape index and atherosclerosis［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

体型指数（ABSI）是一项独立于体重指数（BMI）和身高的新型中心性肥胖的量化指标，与传统 BMI 相比，ABSI 与腹型肥胖的相关性更好。深入了解 ABSI 与 AS 的关系，不仅有助于科学有效地预防和治疗肥胖，而且对于合理预防和治疗心血管疾病也具有重要的指导意义。目前，关于 ABSI 与 AS 的相关性存在争议，现有研究缺乏在不同种族、性别层面对两者相关性的综合分析与评述，本综述旨在通过描述 ABSI 的特点及其对 AS 预测价值的研究进展，为 AS 人群的早期发现提供科学依据。

1 ABSI 概述及其与肥胖的关系

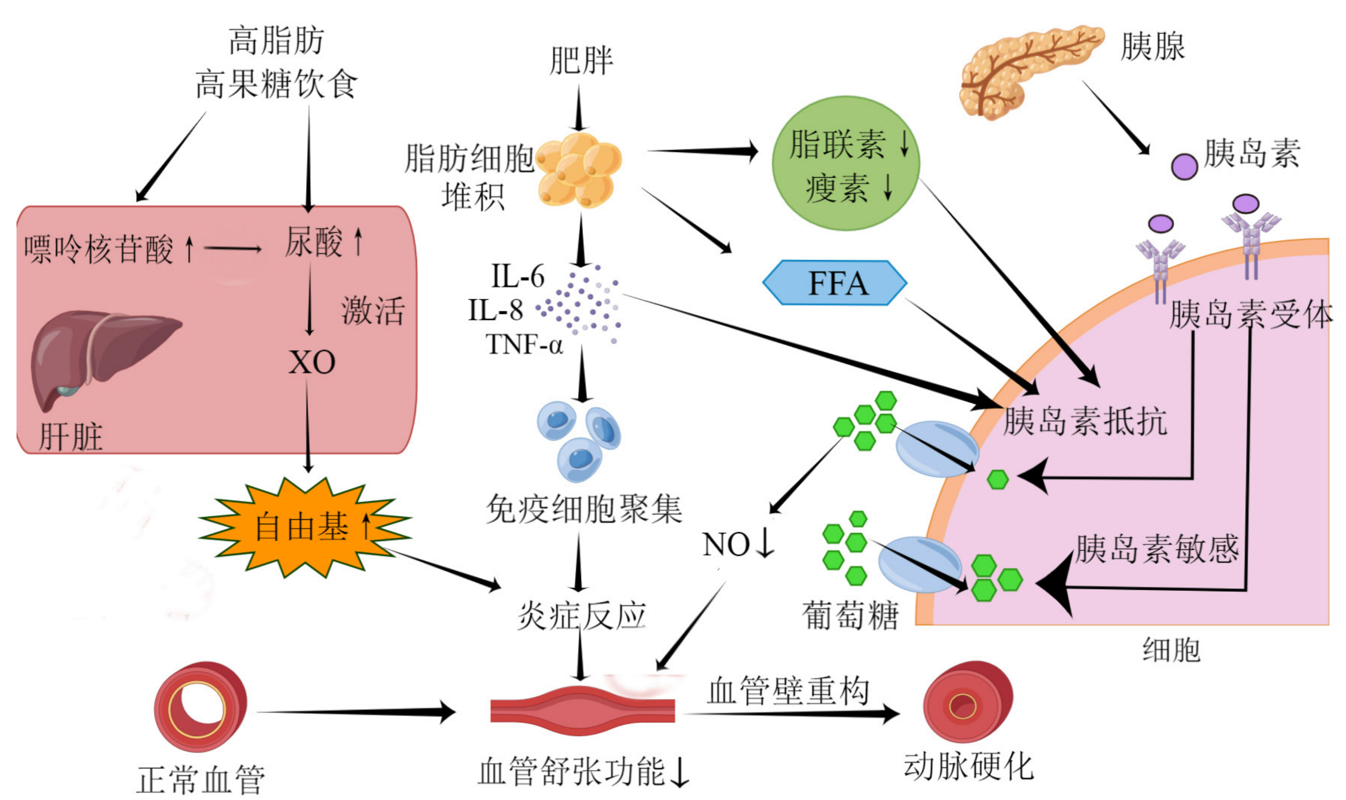
ABSI 是 KRAKAUER[3-4]提出的一种评估腹型肥胖的新型人体测量学指标，通过计算腰围（WC）与 BMI 的 2/3 次方与身高 1/2 次方乘积的比值得到[5]。ABSI 与死亡风险的相关性高于 BMI 和 WC[6-7]，能反映身体形状从圆柱状到圆锥状的变化程度[8]，是目前唯一不受肥胖悖论影响的指标。近年来，BMI 作为肥胖量化指标的有效性受到质疑，仅用 BMI 单一指标评估动脉硬化可能会掩盖正常体重人群的代谢状态[9-10]。已有证据表明，ABSI 与较高的全因死亡风险呈正相关，包括 ABSI 在内的中心性肥胖的测量指标，可作为评估过早死亡风险的补充方法[11]。ABSI 的出现弥补了 BMI 无法区分脂肪和肌肉含量，无法反映个体脂肪分布的不足[12]，也解决了计算机断层扫描及核磁共振成像对于内脏脂肪直接评估时所带来的时间和经济成本耗费。

2 肥胖导致动脉硬化的病理生理机制

肥胖是动脉硬化发生的主要危险因素之一。最近的一项荟萃分析表明，肥胖 / 超重的受试者即使没有心血管疾病，动脉硬化的风险也会增加[13]。肥胖期间脂肪库中脂肪组织的扩张与重塑导致血管功能障碍和心血管疾病的发生[14]。肥胖导致动脉硬化的病理生理学机制非常复杂，且现有研究对于血管周围脂肪细胞的起源、分子成分及脂肪细胞的代谢的认识还不够全面。因此，需要进行更多的分子生物学层面的基础研究进一步阐明机制。目前已知的相关机制见下文详述。

2.1 肥胖通过促进炎症反应参与动脉硬化的形成

肥胖可以引起慢性低度炎症反应[15]。脂肪组织可产生多种炎症因子，如白细胞介素 -6（Interleukin-6，IL-6）、白细胞介素 -8（Interleukin-8，IL-8）和肿瘤坏死因子 α（TNF-α）[14]等，这些炎症因子在血液中浓度增加，不仅降低血管的胰岛素敏感性，还会增加促炎性免疫细胞的招募和激活[16]，例如，M1 巨噬细胞[17]，导致血管舒张能力受损和动脉管壁重构，促进动脉硬化的形成（图 1）。



注：XO= 黄嘌呤氧化酶，IL-6= 白介素 -6，IL-8= 白介素 -8，TNF-α= 肿瘤坏死因子 α，FFA= 游离脂肪酸，NO= 一氧化氮。

图 1 肥胖导致动脉硬化的病理生理机制

Figure 1 Pathophysiological mechanisms of obesity-induced atherosclerosis

2.2 肥胖促进胰岛素抵抗和代谢异常

胰岛素代谢信号是调节正常内皮功能和抑制血管硬化的关键，而腹型肥胖更容易导致胰岛素抵抗和代谢异常。因为在肥胖情况下，脂肪组织会分泌大量的炎症因子和游离脂肪酸，这些因子会干扰胰岛素信号通路的正常调节功能，导致内皮细胞对于葡萄糖的处理能力下降和游离脂肪酸增多，从而造成胰岛素信号作用下的代谢功能受损[16]。胰岛素抵抗导致动脉硬化的机制较为复杂，有研究发现，在胰岛素抵抗的Zucker大鼠中出现一氧化氮产生减少以及血管平滑肌细胞损伤，认为胰岛素对血管平滑肌的影响是由一氧化氮介导的[18]，而血管内皮细胞产生的一氧化氮生物利用度的降低，会使血管舒张功能受损[19]。因此，肥胖和胰岛素抵抗会加剧血管硬化的进展，增加心血管疾病的发生风险。

2.3 肥胖诱导氧化应激

肥胖者多摄入高脂、高果糖食物，这些食物会导致血尿酸水平升高[20]并激活肝脏中黄嘌呤氧化酶（XO），进而导致氧化应激增加[21]。在肥胖的条件下，氧化应激的增加主要是由高热量和膳食质量不良导致的代谢紊乱所致。尿酸是氧化应激的重要因素之一，当饮食中的嘌呤类物质代谢产生过多尿酸时，会刺激XO的活性增加，从而导致自由基的进一步产生，并引发氧化应激反应。这些自由基也会与细胞内的脂质、蛋白质、脱氧核糖核苷酸（DNA）等分子结合，进而引发细胞损伤和炎症反应。上述过程会加速动脉硬化的进程，增加心血管和肾脏疾病的发生风险。

2.4 肥胖改变脂肪因子的分泌

脂肪组织不仅能储存脂肪，还能分泌脂联素、瘦素、抵抗素、内脂素[22]、血管紧张素和醛固酮等从而调节机体血糖和脂质代谢。当脂肪组织的代谢发生变化时，会影响其分泌物质的表达，例如，血管周围脂肪组织（PVAT）分泌的脂联素具有抗炎、维持胰岛素敏感性[23]和心脏保护作用[24-25]。肥胖时氧化应激增加，PVAT能感知来自动脉壁的氧化产物，并通过增加脂联素的表达来防止血管氧化应激[25]。此外，CANO等[26]的研究证实高脂饮食可能通过引起胰岛素抵抗及炎症反应来破坏激素和细胞因子的分泌的昼夜节律从而影响瘦素和单核细胞趋化蛋白-1的分泌。

3 ABSI与动脉硬化的关系

越来越多的研究表明，ABSI与动脉硬化存在一定的关联。由于肥胖人群在地域、饮食、年龄及肥胖类型等方面差异较大，ABSI与动脉硬化的相关性在不同种族、年龄、性别人群中的研究结果存在差异。例如，GANG等[27]认为与传统人体测量指标相比，ABSI与动脉硬化相关性较弱，而NATSUHO等[10]则认为ABSI可用于预测动脉硬化。

3.1 国家和地区

不同国家和地区存在着饮食、久坐习惯、运动方式、社会经济等方面的差异，这些因素会影响不同人群的血管壁胶原蛋白代谢、葡萄糖代谢和氧化应激等过程。关于ABSI与动脉硬化相关性的研究争议较大，早年的研究侧重于ABSI对动脉硬化预测的积极作用，近期部分研究甚至对两者的关联提出质疑。KRAKAUER等[5]在美国健康和营养调查中发现，高ABSI能独立于BMI预测过早死亡风险。在日本开展的关于2型糖尿病人群动脉硬化的研究中指出ABSI是2型糖尿病患者动脉硬化的重要标志[28]。随后，NATSUHO等[10]进一步指出ABSI和身体圆度指数（BRI）可用于识别代谢健康/不健康的个体，并可作为血管重塑或器质性血管功能障碍的预测指标。然而，近年在中国湖北省开展的一项横断面研究发现在肥胖和超重人群中，BRI与动脉硬化之间的关系更密切，ABSI与动脉硬化仅呈弱相关关系，ABSI与BMI结合，才是评估动脉硬化的较好指标[27]，但该研究缺乏正常体重人群对照。一项针对波斯人群的最新队列研究发现，在超重女性中，ABSI与动脉硬化无明显关联[29]。目前非洲、东南亚、西太平洋、亚洲部分地区对于ABSI与动脉硬化相关性的研究数据较为缺乏，在这些肥胖率呈逐年上升趋势的地区，由肥胖所带来的动脉硬化问题需要未来的进一步关注。此外，需要更多包含多地区人群的多中心研究进一步明确ABSI与动脉硬化的地域差异，以便指导不同地区人群动脉硬化以及肥胖症的早期防治。

3.2 性别

男女之间动脉硬化的临床表现和发病率均存在差异，女性动脉硬化与死亡率的相关性是男性的两倍[30]。女性的皮下脂肪组织多于男性，而男性以内脏脂肪组织较多为特点。动脉硬化是肥胖者血管功能障碍的早期表现[31]，现有证据表明，虽然BMI和WC不能够准确识别代谢健康/不健康的男性和女性，但对于女性人群，ABSI在评估动脉硬化时略逊于BRI和腰臀比（WHR）等指标。对于男性人群，不同的研究无法得出一致结论。例如，有研究认为，ABSI可以准确评估非肥胖男性的脂肪分布从而预测动脉硬化，然而，BRI应联合BMI评估女性的身体组成成分才更加准确[10]。ZHANG等[32]的研究发现，与ABSI相比，BRI和腰高比（WHtR）在两性中显示出更好动脉硬化预测能力。TANG等[33]通过对ABSI、BRI、WHR、BMI指标预测动脉硬化进行的分析发现，在女性中，WHR与动脉硬化关联度更强，在男性中没有类似的现象。目前性别差异在大部分研究中往往作为混杂因素被调整，从性别角度深入分析ABSI与动脉硬化关系的研究较少。

3.3 年龄

衰老是动脉硬化一个重要且不可避免的危险因素，年龄增长与动脉壁厚度的增加直接相关[34-35]。随着弹性大动脉的老化，血管壁发生弹性板层断裂、弹性蛋白减少，胶原蛋白及其交联优势增强等结构变化，造成血管平滑肌张力改变，导致动脉硬化的发生[36]。动脉硬化多见于40岁以上的中老年人，BOUCHI等[28]发现，与ABSI低的患者相比，ABSI高的患者年龄较高、糖尿病病程较长、臂踝脉搏波速度较快。除下肢动脉粥样硬化以外，老年个体高血压介导器官损伤的风险随ABSI的升高而升高[33]。由于ABSI在青年及儿童中的应用较少，在年龄对ABSI与动脉硬化相关性的影响中尚未得出一致结论。

4 ABSI在其他领域的应用

ABSI不仅对动脉硬化有预测价值，在心血管疾病、代谢疾病、肾脏疾病、神经系统疾病、心理健康等方面同样展现出较大潜力。在心血管疾病方面，OTAKI等[37]发现了ABSI与主动脉疾病所导致的死亡相关。除此之外，ABSI可用于识别代谢综合征[38]。在诊断代谢综合征时，用ABSI代替腰围可增强肾功能下降的预测能力[39]，且ABSI比BMI更能预测糖尿病风险[40]。在肾脏疾病方面，已有研究表明ABSI水平较高的人群可视为尿白蛋白与肌酐比值升高的高危人群[41]。类似地，在一项涉及203例的慢性肾脏病5期患者的横断面研究发现，ABSI与慢性肾脏病患者的炎症状态显著相关[42]。在神经系统疾病方面，NAM等[43]发现，ABSI与脑部小血管病变相关。在心理健康方面，LOTFI等[44]证实了在伊朗成年人中，ABSI与女性的焦虑、抑郁和心理压力有关。但也有部分研究认为ABSI并不能完全取代BMI和WC，ABSIBMI的结合有更好的预测能力，一项荟萃分析中表明原始ABSI和改良ABSI预测儿童高血压的能力均低于BMI和WC[45]。也有证据表明BMI联合ABSI能更好地识别与肥胖相关的非酒精性脂肪性肝病风险，且显著优于BMI、WC或ABSI[46]。

5 总结和展望

综合研究表明，肥胖通过促进炎症反应、胰岛素抵抗和改变脂肪因子的分泌等导致动脉硬化形成。ABSI不仅能更好地反映腹型肥胖，还是与动脉硬化相关的评估人体形态的新指标，具有预测糖尿病、代谢综合征等疾病的临床应用价值。目前有关ABSI和动脉硬化之间相关性的研究结果存在较大差异，一些研究认为ABSI与动脉硬化指标相关，但近年来越来越多的学者对两者相关性提出质疑，而且目前缺乏对两者间相关性的系统评价，需进一步的人群研究明确ABSI与动脉硬化之间的关系。

随着研究数据的积累和分析技术的不断发展，未来可以从以下几个方面开展ABSI的研究。首先，应针对不同人群对ABSI与动脉硬化之间的关系展开定量研究；其次，开展前瞻性队列研究，比较不同ABSI值范围和初始动脉硬化程度患者的预后情况，以进一步确认ABSI在临床中的应用价值；此外，可以结合影像学和血管功能检测等多种手段，探索ABSI在动脉硬化中的生理机制；最后，还可以将ABSI与其他评估肥胖和身体形态学指标进行比较，以探讨ABSI在评估人体形态方面的优势和局限性。上述研究将有助于更准确地评估ABSI在动脉硬化中的应用价值，推动其在临床实践中的广泛应用。

作者贡献：陈小茜负责文章的构思及研究资料的收集与整理、论文撰写；李利华负责论文修订、文章的质量控制及审校、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] FEDERATION W O. World Obesity Atlas 2023 [EB/OL]. (2023-03-04) [2023-04-30]. https://data.worldobesity.org/publications/?cat=19.

[2] WANG Y F, ZHAO L, GAO L W, et al. Health policy and public health implications of obesity in China [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9 (7): 446-461. DOI: 10.1016/S2213-8587(21)00118-2.

[3] HEROUVI D, KARANASIOS E, KARAYIANNI C, et al. Cardiovascular disease in childhood: the role of obesity [J]. Eur J Pediatr, 2013, 172 (6): 721-732. DOI: 10.1007/s00431-013-1932-8.

[4] YUAN S, BRUZELIUS M, XIONG Y, et al. Overall and abdominal obesity in relation to venous thromboembolism [J]. J Thromb Haemost, 2021, 19 (2): 460-469. DOI: 10.1111/jth.15168.

[5] KRAKAUER N Y, KRAKAUER J C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index [J]. PLoS One, 2012, 7 (7): e39504. DOI: 10.1371/journal.pone.0039504.

[6] KRAKAUER N Y, KRAKAUER J C. Dynamic association of mortality hazard with body shape [J]. PLoS One, 2014, 9 (2): e88793. DOI: 10.1371/journal.pone.0088793.

[7] LI G, WU H K, WU X W, et al. The feasibility of two anthropometric indices to identify metabolic syndrome, insulin resistance and inflammatory factors in obese and overweight adults [J]. Nutrition, 2019, 57: 194-201. DOI: 10.1016/j.nut.2018.05.004.

[8] NAGAYAMA D, FUJISHIRO K, WATANABE Y, et al. A body shape index (ABSI) as a variant of conicity index not affected by the obesity paradox: a cross-sectional study using arterial stiffness parameter [J]. J Pers Med, 2022, 12 (12): 2014. DOI: 10.3390/jpm12122014.

[9] KRAKAUER N Y, KRAKAUER J C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index [J]. PLoS One, 2012, 7(7): e39504. DOI: 10.1371/journal.pone.0039504.

[10] HARAGUCHI N, KOYAMA T, KURIYAMA N, et al. Assessment of anthropometric indices other than BMI to evaluate arterial stiffness [J]. Hypertens Res, 2019, 42(10): 1599-1605. DOI: 10.1038/s41440-019-0264-0.

[11] JAYEDI A, SOLTANI S, ZARGAR M S, et al. Central fatness and risk of all cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of 72 prospective cohort studies [J]. BMJ, 2020, 370: m3324. DOI: 10.1136/bmj.m3324.

[12] CHANG Y, GUO X F, LI T, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify left ventricular hypertrophy among rural populations in northeast China [J]. Heart Lung Circ, 2016, 25(4): 358-364. DOI: 10.1016/j.hlc.2015.08.009.

[13] LI P, WANG L, LIU C. Overweightness, obesity and arterial stiffness in healthy subjects: a systematic review and meta-analysis of literature studies [J]. Postgrad Med, 2017, 129: 224-230. DOI: 10.1080/00325481.2017.1268903.

[14] KOENEN M, HILL M A, COHEN P, et al. Obesity, adipose tissue and vascular dysfunction [J]. Circ Res, 2021, 128(7): 951-968. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.121.318093.

[15] COX A J, WEST N P, CRIPPS A W. Obesity, inflammation, and the gut microbiota [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2015, 3(3): 207-215. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70134-2.

[16] AROOR A R, JIA G H, SOWERS J R. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness [J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2018, 314(3): 387-398. DOI: 10.1152/ajpregu.00235.2016.

[17] MOUTON A J, LI X, HALL M E, et al. Obesity, hypertension, and cardiac dysfunction: novel roles of immunometabolism in macrophage activation and inflammation [J]. Circ Res, 2020, 126(6): 789-806. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.119.312321.

[18] DORONZO G, RUSSO I, MATTIELLO L, et al. Insulin activates vascular endothelial growth factor in vascular smooth muscle cells: influence of nitric oxide and of insulin resistance [J]. Eur J Clin Invest, 2004, 34(10): 664-673. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2004.01412.x.

[19] HILL M A, YANG Y, ZHANG L P, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease [J]. Metabolism, 2021, 199: 154766. DOI: 10.1016/j.metabol.2021.154766.

[20] JIA G H, HABIBI J, BOSTICK B P, et al. Uric acid promotes left ventricular diastolic dysfunction in mice fed a Western diet [J]. Hypertension, 2015, 65(3): 531-539. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.04737.

[21] LASTRA G, MANRIQUE C, JIA G H, et al. Xanthine oxidase inhibition protects against Western diet-induced aortic stiffness and impaired vasorelaxation in female mice [J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2017, 313(2): 67-77. DOI: 10.1152/ajpregu.00483.2016.

[22] YADAV A, KATARIA M A, SAINI V, et al. Role of leptin and adiponectin in insulin resistance [J]. Clin Chim Acta, 2013, 417: 80-84. DOI: 10.1016/j.cca.2012.12.007.

[23] ACHARI A E, JAIN S K. Adiponectin, a therapeutic target for obesity, diabetes, and endothelial dysfunction [J]. Int J Mol Sci, 2017, 18(6): 1321. DOI: 10.3390/ijms18061321.

[24] CASELLI C, D'AMICO A, CABIATI M, et al. Back to the heart: the protective role of adiponectin[J]. Pharmacol Res, 2014, 82: 9-20. DOI: 10.1016/j.phrs.2014.03.003.

[25] PADILLA J, VIEIRA-POTTER V J, JIA G H, et al. Role of perivascular adipose tissue on vascular reactive oxygen species in type 2 diabetes: a give-and-take relationship [J]. Diabetes, 2015, 64(6): 1904-1906. DOI: 10.2337/db15-0096.

[26] CANO P, CARDINALI D P, R OS-LUGO M J, et al. Effect of a high-fat diet on 24-hour pattern of circulating adipocytokines in rats [J]. Obesity (Silver Spring), 2009, 17(10): 1866-1871. DOI: 10.1038/oby.2009.200.

[27] LI G, YAO T, WU X W, et al. Novel and traditional anthropometric indices for identifying arterial stiffness in overweight and obese adults [J]. Clin Nutr, 2020, 39(3): 893-900. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.03.029.

[28] BOUCHI R, ASAKAWA M, OHARA N, et al. Indirect measure of visceral adiposity 'a Body Shape Index' (ABSI) is associated with arterial stiffness in patients with type 2 diabetes [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2016, 4(1): e000188. DOI: 10.1136/bmjdrc-2015-000188.

[29] ATAEE Z, AGHAEE A, SOBHANI S R, et al. Evaluation of arterial stiffness and its relation to innovative anthropometric indices in Persian adults [J]. Int J Hypertens, 2023, 2023: 2180923. DOI: 10.1155/2023/2180923.

[30] DUPONT J J, KENNEY R M, PATEL A R, et al. Sex differences in mechanisms of arterial stiffness [J]. Br J Pharmacol, 2019, 176(21): 4208-4225. DOI: 10.1111/bph.14624.

[31] SCUTERI A, ORRU' M, MORRELL C H, et al. Associations of large artery structure and function with adiposity: effects of age, gender, and hypertension. The SardiNIA Study [J]. Atherosclerosis, 2012, 221(1): 189-197. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.11.045.

[32] ZHANG J, FANG L Z, QIU L F, et al. Comparison of the ability to identify arterial stiffness between two new anthropometric indices and classical obesity indices in Chinese adults [J]. Atherosclerosis, 2017, 263: 263-271. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2017.06.031.

[33] TANG J M, ZHAO S, YU S K, et al. Association between hypertension-mediated organ damage and obesity defined by novel anthropometric indices in community-dwelling elderly individuals [J]. Clin Nutr, 2021, 40(6): 4473-4480. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.12.035.

[34] LAKATTA E G, LEVY D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: part I: aging arteries: a set up for vascular disease [J]. Circulation, 2003, 107(1): 139-146. DOI: 10.1161/01.cir.0000048892.83521.58.

[35] SCHUTTE A E, KRUGER R, GAFANE-MATEMANE L F, et al. Ethnicity and arterial stiffness [J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2020, 40(5): 1044-1054. DOI: 10.1161/



ATVBAHA.120.313133.

[36] NILSSON P M, BOUTOUYRIE P, CUNHA P, et al. Early vascular ageing in translation: from laboratory investigations to clinical applications in cardiovascular prevention [J]. J Hypertens, 2013, 31 (8): 1517-1526. DOI: 10.1097/HJH.0b013e328361e4bd.

[37] OTAKI Y, WATANABE T, KONTA T, et al. A body shape index and aortic disease-related mortality in Japanese general population [J]. J Atheroscler Thromb, 2023, 30 (7): 754-766. DOI: 10.5551/jat.63753.

[38] SUGIURA T, DOHI Y, TAKAGI Y, et al. A body shape index could serve to identify individuals with metabolic syndrome and increased arterial stiffness in the middle-aged population [J]. Clin Nutr ESPEN, 2021, 46: 251-258. DOI: 10.1016/j.clnesp.2021.10.001.

[39] NAGAYAMA D, FUJISHIRO K, TSUDA S, et al. Enhanced prediction of renal function decline by replacing waist circumference with "a Body Shape Index (ABSI)" in diagnosing metabolic syndrome: a retrospective cohort study in Japan [J]. Int J Obes (Lond), 2022, 46 (3): 564-573. DOI: 10.1038/s41366-021-01026-7.

[40] BAWADI H, ABOUWATFA M, ALSAEED S, et al. Body shape index is a stronger predictor of diabetes [J]. Nutrients, 2019, 11 (5): 1018. DOI: 10.3390/nu11051018.

[41] ZHANG Y, GAO W X, LI B Q, et al. The association between a body shape index and elevated urinary albumin-creatinine ratio in Chinese community adults [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 955241. DOI: 10.3389/fendo.2022.955241.

[42] RYU K, SULIMAN M E, QURESHI A R, et al. Central obesity as assessed by conicity index and a-body shape index associates with cardiovascular risk factors and mortality in kidney failure patients [J]. Front Nutr, 2023, 10: 1035343. DOI: 10.3389/fnut.2023.1035343.

[43] NAM K W, KWON H M, JEONG H Y, et al. Association of body shape index with cerebral small vessel disease [J]. Obes Facts, 2023, 16 (2): 204-211. DOI: 10.1159/000528701.

[44] LOTFI K, HASSANZADEH KESHTELI A, SANEEI P, et al. A body shape index and body roundness index in relation to anxiety, depression, and psychological distress in adults [J]. Front Nutr, 2022, 9: 843155. DOI: 10.3389/fnut.2022.843155.

[45] GE W X, YI L P, XIAO C Q, et al. Effectiveness of a body shape index in predicting pediatric high blood pressure [J]. Pediatr Res, 2022, 92 (3): 871-879. DOI: 10.1038/s41390-021-01844-5.

[46] KUANG M B, SHENG G T, HU C, et al. The value of combining the simple anthropometric obesity parameters, Body Mass Index (BMI) and a Body Shape Index (ABSI), to assess the risk of non-alcoholic fatty liver disease[J]. Lipids Health Dis, 2022, 21(1): 104. DOI: 10.1186/s12944-022-01717-8.

（收稿日期：2023-09-25；修回日期：2022-10-23）

（本文编辑：曹新阳）